

智能导盲杖的设计研究

陈杰, 陈立旺, 陈思思*, 梁银对, 张颖璇

泉州信息工程学院机械与电气工程学院, 福建 泉州

收稿日期: 2023年5月25日; 录用日期: 2023年9月20日; 发布日期: 2023年9月28日

摘要

针对视障人士无法识别道路状况这一根本问题, 本团队拟研制一款智能导盲杖。以HT66F2390单片机为主控制芯片。导盲杖的杖身可以伸缩调节, 适应各个高度人群使用。在触感GPS导航工作同时, 通过摄像头模块识别红绿灯以及障碍物。在此基础上加入GSM模块、NRF模块、陀螺仪等传感器。进而实现语音触感导航, 障碍物提醒, 熟人识别, 实测心率, 摔倒报警, 危险报警呼叫, 无线寻杖, 夜间亮警示灯等功能。在一定程度上解决了视障人士出行的安全问题。

关键词

智能导盲杖, GPS, 传感器

Design and Study of Intelligent Guide Rod

Jie Chen, Liwang Chen, Sisi Chen*, Yindui Liang, Yingxuan Zhang

School of Mechanical and Electrical Engineering, Quanzhou Institute of Information Engineering, Quanzhou Fujian

Received: May 25th, 2023; accepted: Sep. 20th, 2023; published: Sep. 28th, 2023

Abstract

In response to the fundamental problem that the visually impaired people cannot identify the road conditions, the team plans to develop an intelligent guide rod. The HT66F2390 microchip is the main control chip. The body of the guide rod can be adjusted and adapted to the use of various high groups. While the tactile GPS navigation works, identify the traffic lights and obstacles through the camera module. On this basis, GSM module, NRF module, gyroscope and other sensors are added. Then realize voice tactile navigation, obstacle reminder, acquaintance recognition, measured heart rate, fall alarm, dangerous alarm call, wireless rod search, light warning light at night and other functions. To some extent, it solves the safety problem of visually impaired people.

*通讯作者。

文章引用: 陈杰, 陈立旺, 陈思思, 梁银对, 张颖璇. 智能导盲杖的设计研究[J]. 设计, 2023, 8(3): 2051-2058.

DOI: 10.12677/design.2023.83245

Keywords

Intelligent Guide Rod, GPS, Sensor

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

中国是世界上盲人和视觉障碍人群最多的国家，而眼部疾病也是我国的最值得关注的公共卫生问题。我国约有 700 万盲人，占世界盲人总数的 18% (如图 1)，另外我国的双眼低视力残疾患者已超过 1200 多万(如图 2)。对于视障人士来说，一旦出门，可能要面临比身体残障更无力的状况，如奇形怪状的盲道，

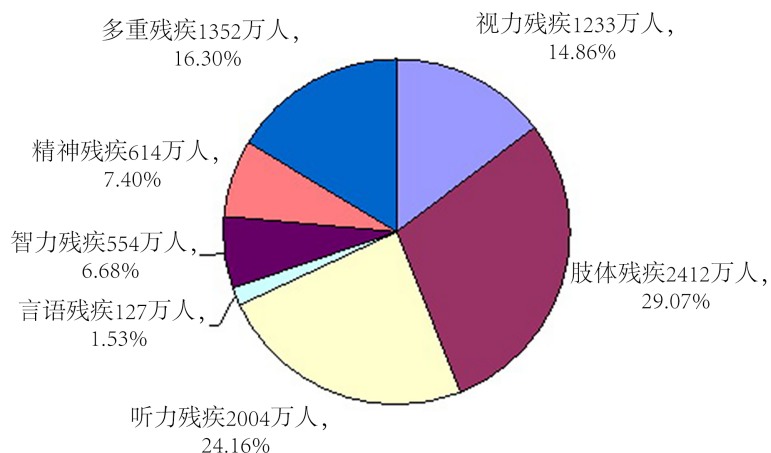


Figure 1. China is blind in the proportion of the world's blind people

图 1. 中国盲人占世界盲人比例^①

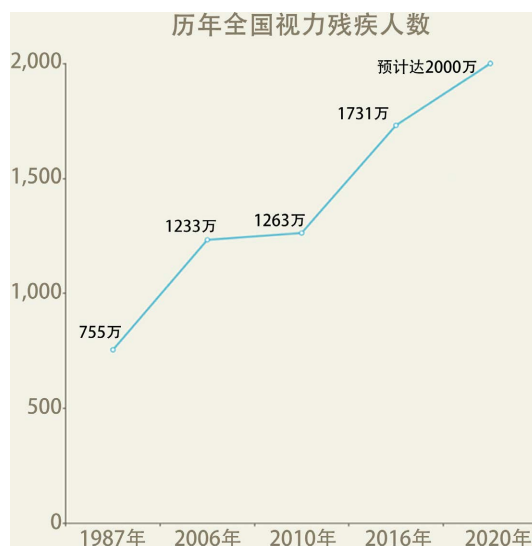


Figure 2. Patients with low vision disabilities in China

图 2. 中国低视力残疾患者^②

没有提示的红绿灯，缺失的导盲犬或是拒入导盲犬的交通工具和餐厅。视碍人士的生活仍有许多困难。仅仅是一根拐杖的传统导盲杖已经远远不能满足盲人的出行需求了，盲人迫切的需要一种智能的导盲杖。为了解决以上问题，我们采用 HT66F2390 单片机为主要控制芯片设计研制一款智能导盲拐杖，在一定程度上改善了盲人出行可能遇到的问题。

2. 系统总体设计原理

本设计以 HT66F2390 单片机为主要控制芯片[1](如图 3)。语音导航功能在 GPS 模块与 WIFI 相结合进行精确定位的基础上，计算导航路线。周围环境检测功能在摄像头的基础上对环境进行检测与识别，

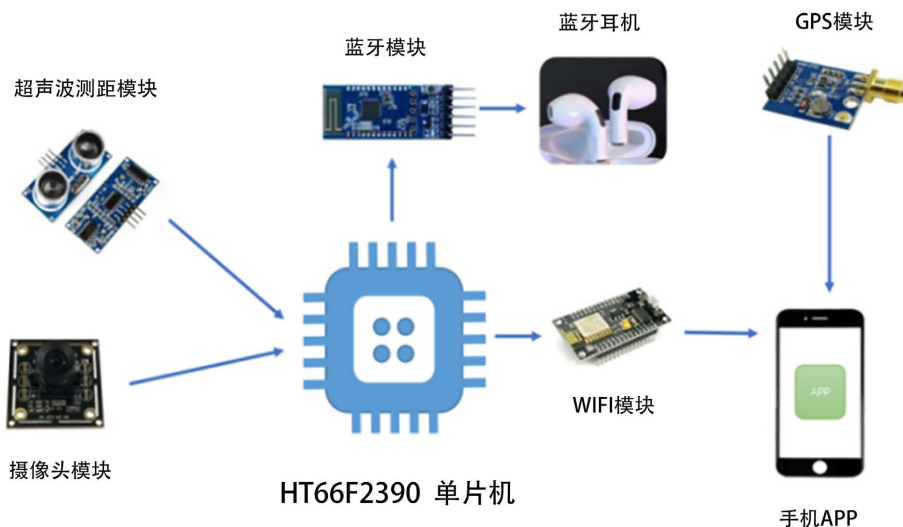


Figure 3. Schematic diagram of operation
图 3. 工作原理图[®]

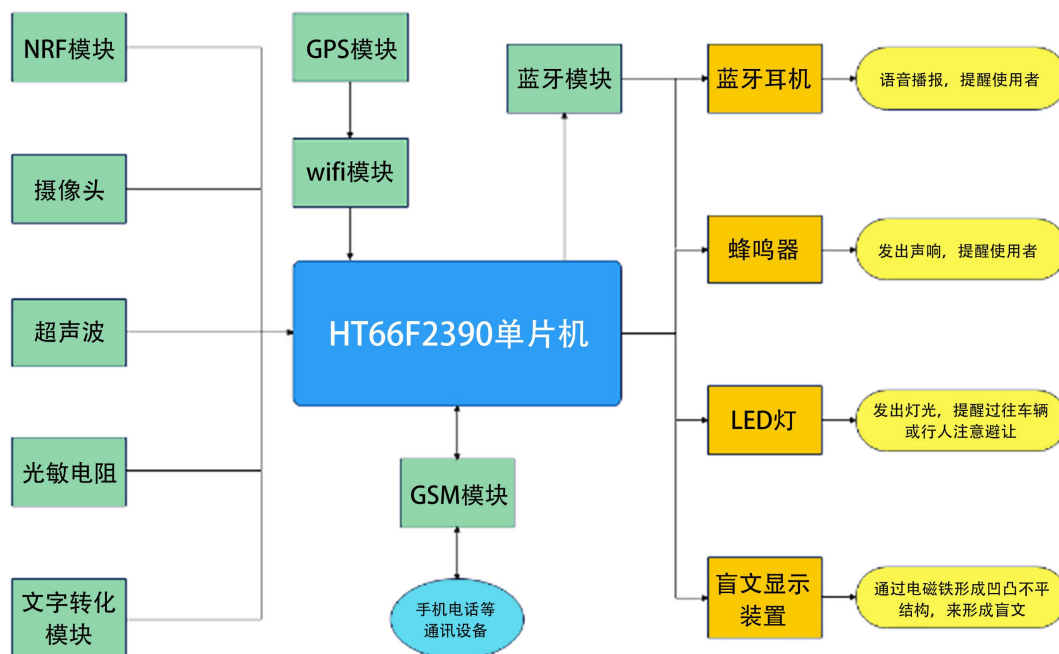


Figure 4. Hardware structure diagram of intelligent guide cane system
图 4. 智能导盲杖系统硬件结构图[®]

辅助以超声波模块进行障碍物实时测距,最后通过蓝牙耳机及时提醒使用者。紧急呼叫功能通过 GSM 模块支持与紧急联系人进行通信[2]。保证使用者能在第一时间与监护人取得联系。无线寻杖功能采用 NRF 模块,通过小型遥控器控制盲杖发出声响,以快速、准确的找到盲杖。将语言转化模块作为输入设备,将输入该模块的文字转化成拼音的形式,输入至和泰单片机中作为数据进行处理,单片机处理完后,将信息输出转化为语音输出和盲文输出(盲文输出通过推拉式电磁铁凹凸不平的结构表示,盲文显示器则作为输出设备)后台管理:云服务端负责接收智能手杖的状态数据、摄像视频存储,并为其提供导航等服务。监护端基于云服务端收集的数据,为监护人员提供使用者的实时位置查看、出行轨迹查询等功能(如图 4)。

3. 导盲杖的功能设计

①语音触感 GPS 导航功能:视障人士单独出行时,可通过手杖导航去往目的地,智能手杖通过语音播报提示视障人士行走方向,解决了视障人士使用智能手机导航困难的问题;

②摄像头识别周围环境功能:摄像头可识别红绿灯斑马线,提醒使用者注意来往车辆。摄像头还可以识别台阶以及低洼水坑。当使用者行走路径的前方 0.6 m 处有障碍物时,手杖通过蓝牙耳机立即以语音播报的方式提醒使用者避开障碍物。盲杖上的摄像头还可以全程拍下出行的视频记录,保障了盲人安全;

③快速识别好友功能:内置面部识别软件,通过摄像头识别周围的人脸,将信息传输至蓝牙耳机帮助使用者快速识别好友;

④盲文呈现功能:通过摄像头扫描书刊报纸,经语言转换模块转化为蓝牙语音输出和盲文输出。方便盲人可以通过盲文或语音了解道路的指示标志,还可以帮助盲人阅读书刊报纸,丰富了视障人士的精神生活;

⑤紧急呼叫功能:使用者在遇到紧急情况时,可以一键呼叫紧急联系人。当使用者不慎摔倒后,盲杖会发出警报声,在无使用者手动关闭的情况下,一分钟后自动通知紧急联系人;

⑥实时定位功能[3]:使用者独自出门时,其家人可通过手机 APP 查看其实时位置。如出现遇到困难、走失等情况可第一时间找到其位置,避免其出现意外;

⑦蓝牙语音功能:盲杖内置蓝牙耳机,可取出使用。杖身自带充电宝功能保证耳机续航能力;

⑧无线寻杖:盲杖配备小型遥控,按下按钮盲杖发声提示位置。

4. 智能导盲杖的硬件设计

4.1. 主要控制芯片

在本文设计的导盲杖中,单片机选择 STM32F103 为主要控制芯片,该开发板具有较低的系统功耗,价格便宜,既能满足需要,又能降低导盲杖成本。

4.2. 导盲杖杖身的设计

导盲杖杖身采用加厚加固合金杖身,使拐杖更加稳固不打滑。手柄贴合手型,减轻食指、中指负荷,抓握舒适,没有累赘负担感。杖身可调节高低使盲人轻松。上手可以根据不同身高轻松调整到盲人舒适的位置。

4.3. 语音导航的硬件模块

选择 GPS 定位功能采用 ATGM336H 模块。ATGM336H 是高灵敏度,支持 BDS/GPS/GLONASS 卫星导航系统的单系统定位,以及任意组合的多系统联合定位的接收机模块[4]。在需要导航的时候,视障

人士通过按键选择盲杖中从服务端同步的常用目的地，按下导航键开始导航；主控芯片将 GPS 获取的位置信息以及导航相关命令信息等通过连接的 wifi 热点以 HTTP 的方式上传到服务端。服务端收到目的地后，请求导航地图 API，得到导航信息，根据上传的位置信息给出相应的回应，盲杖则将行走指令通过蓝牙耳机播放，到达目的地后，盲杖会提示导航结束。语音导航流程如图 5 所示。

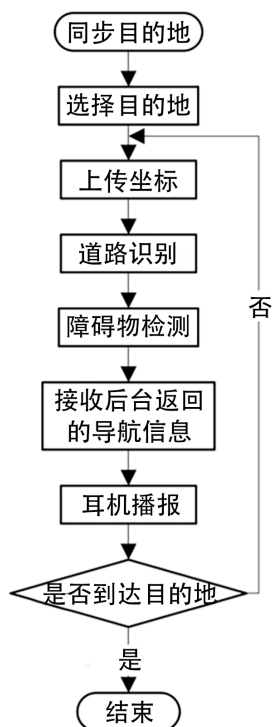


Figure 5. Voice navigation flowchart

图 5. 语音导航流程图[®]

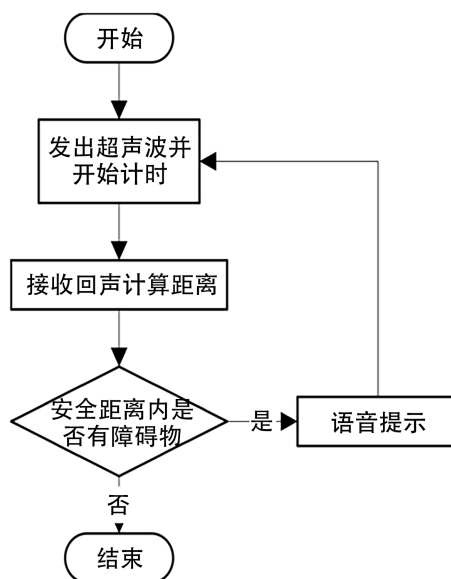


Figure 6. Alarm flowchart

图 6. 报警流程图[®]

4.4. 周围环境检测

1) 原理

超声波模块[5]分别安装在盲人手杖底部、中部、顶部三处，以检测不同高度的障碍物。超声波发射器会发出超声波，从发出时计时器开始计时，在途中碰到障碍物时立即返回，此时接收器接收到返回的超声波信号，计时器停止计时，由声音在空气中传播的速度就可测出此时盲杖距离前方障碍物的距离。根据设定的报警标准，当距离障碍物较近时就会得到报警信号。选用 HC-SR04 超声波测距模块，可提供 2~400 cm 的非接触式距离感测功能且盲区低至 2 cm，不仅体积小、使用寿命长，还价格适中。

2) 周围环境检测硬件模块的选择

采用 HC-SR04 超声波测距模块，可提供 2~400 cm 非接触式距离感测功能，测距精度可高达 3 mm。本模块具有性能稳定，测度距离精确的优点。能和国外的超声波测距模块相媲美。而且本模块价格低廉，使用寿命长，体积较小，方便后期封装。

3) 周围环境检测的实现[6]

使用此模块时，超声波发射器会发出超声波，从发出时计时器开始计时，在接触到障碍物后返回，接收器接收到返回的超声波信号，计时器停止计时，由声音在空气中传播的速度就可测出此时盲杖距离前方障碍物的距离。根据设定的报警标准，当距离障碍物较近时就会得到报警信号。报警流程如图 6 所示。

4.5. 紧急呼叫

1) 原理

采用 GSM 模块，该模块具有电话、短信收发、GPRS 数据传输等基于 GSM 网络进行通信的所有基本功能。采用 SIM900A 支持 4 频，可以全球通用。首先对该模块进行初始化，在注册 GSM 网络后，获取本地数据库中的紧急联系人生成 AT 命令，最后完成呼叫。

2) 紧急呼叫硬件模块选择

GSM 模块具有语音通话，通信的基本功能。

3) 紧急呼叫功能的实现

紧急呼叫功能的实现流程如图 7 所示。首先对该模块进行初始化，当检测到通话按键被按下时，模

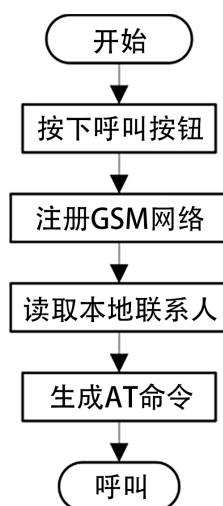


Figure 7. SIM call flow chart

图 7. SIM 呼叫流程图®

块首先需要注册 GSM 网络，然后查询本地数据库中的联系人，通过串口通信发送 AT 指令，最后通过 RS232 串口发送给 SIM900A 模块，完成呼叫。

4) 模块安装位置

由于 GSM 技术具有在任何时间、任何地点都能实现连接，永远在线、按流量计费等特点，所以 GSM 模块可以嵌入盲杖的任意位置。

5. 测试方法

5.1. 作品功能调试

1、紧急呼叫功能的实现：完成好智能拐杖的整体安装后，并且在 HT-IDE3000 中编写好相关程序后，例如编写好基本的串口通信、按钮的控制程序，并在主程序中进行调用，在调用移动函数时需要在主程序中写好 Switch 函数，并在里面的 Case 中写好各个可能接收到的字符指令，以此通过按钮实现不同的功能。这一些工作做好后，并连接上语音播报模块和 SIM900A 通信模块。连接成功后，就可以通过八位独立按键和电脑进行控制调试，看是否能够按照正确的指令做出相应的反应。

2、GPS 智能语音导航功能[7]：在 STC52 开发板上连接好 GPS 模块后，就可以对其进行一个初步的调试，通过串口监视器我们可以查看是否读取到信息，并判断其是否准确。最终的功能测试为，能够实现通过 GPS 定位语音导航。

3、摄像头识别周围环境功能：通过 OpenMV 的颜色识别和形状识别功能，判断红绿灯和障碍物，将识别到的信息通过串口通信发送到 HT66F2390 单片机进行判断，并通过语音模块实时播报提醒用户注意红绿灯和障碍物。

4、超声波避障及测距：使用此模块时，超声波发射器会发出超声波，从发出时计时器开始计时，在接触到障碍物后返回，接收器接收到返回的超声波信号，计时器停止计时，由声音在空气中传播的速度就可测出此时盲杖距离前方障碍物的距离。根据设定的报警标准，当距离障碍物较近时就会得到报警信号。

模拟实验验证了导盲杖的实用性和可操作性，证明该导盲杖可有效引导盲人避开上下障碍物，提醒行人及车辆避让盲人，检测温度及路面积水情况，大大方便了盲人的出行。

5.2. 模拟实验测试

本设计经功能调试后，进行了相应的模拟实验，选择教室的走廊为实验场地，测试者手持木板充当障碍物。试验者蒙住眼睛手持导盲杖往前走，导盲杖在距离前方面部障碍物和底部障碍物小于等于 1 m 的时候发出相应的语音警告。测试者手持平板模拟红绿灯，试验者在行走中遇到红色闪烁数字时，导盲杖语音播报注意红绿灯。测试者关闭走廊灯源，光线较弱，当光强度值小于 30 lx 的时候 LED 灯带亮起，引起路人注意，可及时避让。试验者按下紧急呼叫按键报警，通过语音通话与紧急联系人通话。在几秒后紧急联系人电话响起。

6. 总结

随着社会的发展，传统的导盲杖已经远远不能满足盲人的出行需要。我们设计的这个导盲杖可以帮助盲人在无他人帮助的情况下感知周围环境并且能够自己行走。帮助盲人安全出行、有助于盲人回归社会。我们设计的智能导盲杖可以实现语音触感导航，障碍物提醒，熟人识别，实测心率，摔倒报警，危险报警呼叫，无线寻杖，夜间亮警示灯等功能。家人可以通过 GPS 定位来确定导盲杖的位置。导盲杖使用方便。实用性强。是盲人出行的好助手。

基金项目

泉州信息工程学院省级大学生创新创业训练项目资助(2022137660019)。

注 释

- ①图 1 来源：中国盲人数量统计图-Bing
- ②图 2 来源：历年全国视力残疾人数-Bing images
- ③图 3~图 7 来源：作者自绘

参考文献

- [1] 郭天祥. 单片机 C 语言教程——入门、提高、开发、扩展全攻略[M]. 北京: 电子工业出版社, 2009.
- [2] 张弘毅, 蒋志勇, 王祖元. GSM-R 网络铁路紧急呼救和组呼测试方法探讨[J]. 铁道通信信号, 2014, 50(12): 62-66. <https://doi.org/10.13879/j.issn1000-7458.2014-12.14387>
- [3] 陈顺燕, 陈后全, 林海迪, 马凯, 沙虎. 一种具有定位功能的智能电子导盲杖设计[J]. 电子世界, 2020(7): 184-185. <https://doi.org/10.19353/j.cnki.dzsj.2020.07.106>
- [4] 魏彤, 袁磊. 基于边界跟踪的高时性盲道识别算法[J]. 光电工程, 2017, 44(7): 9.
- [5] 孙二杰, 汪东军, 石震, 李伟. 超声波智能导盲杖的设计[J]. 计算机系统应用, 2015, 24(8): 273-276.
- [6] 廖庆洪, 胡婉如, 曾维璠, 胡靓, 朱莉. 基于 GPS 技术与智能避障的导盲拐杖研究[J]. 电子技术, 2016, 45(11): 19-23.
- [7] 一种智能语音导盲杖的制作方法[EB/OL]. <https://www.xjshu.com/zhuanli/05/201721346542.html>, 2019-01-18.